# Poster session 5: Transit guideway structures

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht**

Band (Jahr): **12 (1984)**

PDF erstellt am: **16.05.2024**

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# POSTER SESSION 5

## Transit Guideway Structures

## Structures des moyens de transport en site propre

## Tragwerke für Verkehrsmittel auf Eigentrasse

Coordinator: R.S. Stilwell, Canada

**Pont-rail sur l'Armançon et le Canal de Bourgogne, France**

**C. SERVANT**
SPIE-Batignolles
Velizy Villacoublay, France

- This structure, situated on the new line of T.G.V. from PARIS to SOUTH-EAST permits the crossing of BOURGOGNE CANAL and ARMANCON RIVER.

  Il is composed by two separated decks supporting one line of traffic.

- The structure is a prestressed concrete bridge cast in situ on grounded props The deck on side way 2 was cast on the place of the deck on side way 1, then transversally slid to its permanent position after prestressing.

- The piers and the abutments are founded on bored piles which length is variable from 25 to 30 m.

- Each deck, subject to a specific architectural design, is constituted by a box-girder with a variable depth. The thickness of the webs and the lower slab are variable.

## BIBLIOGRAPHIE

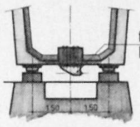
(1) C. SERVANT - "Le PONT sur l'ARMANCON et le CANAL de BOURGOGNE - Ligne TGV" Congrès FIP STOCKHOLM (Juin 1982)

(2) C. SERVANT - "Les ouvrages en béton précontraint de la ligne TGV PARIS - SUD-EST" 12ème Congrès de l'AIPC VANCOUVER, BC (Septembre 1984).

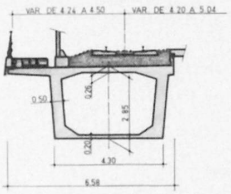
Ponts ferroviaires et de métros - Expérience Française.

# PONT-RAIL SUR L'ARMANCON ET LE CANAL DE BOURGOGNE-FRANCE

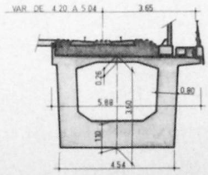
DISPOSITIF D'ACCROCHAGE AU TABLIER

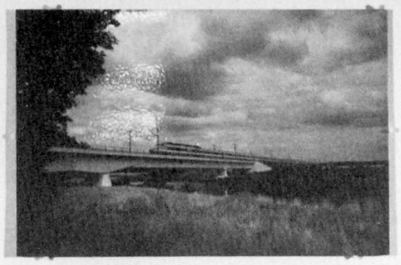


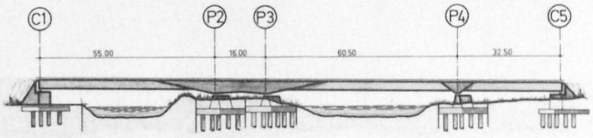

SECTION COURANTE

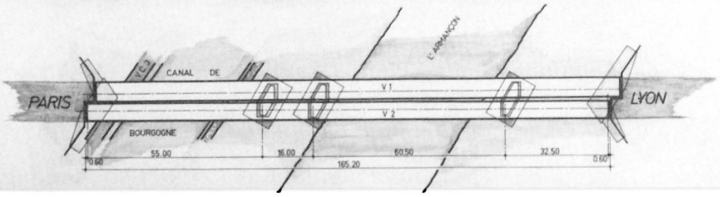



SECTION SUR PILE P4

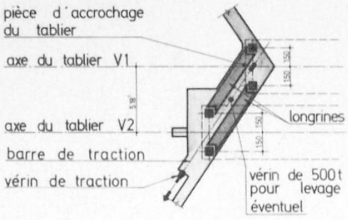


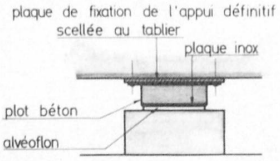



DISPOSITION DE RIPAGE SUR CULEE C1




DETAIL D'UN APPAREIL DE GLISSEMENT



**Metropolitan Express Railway of Caracas**

**C. SERVANT**
SPIE-Batignolles
Velizy Villacoublay, France

In the framework of a group headed by SGTE, an Engineering Company, SPIE-Batignolles assumed responsibility for the electromechanical infrastructure for the first line of this subway system.
In particular, SPIE-Batignolles provided the power supply for the system as well as the track, including the main 69 KV substation, the transformer substations and the maintenance facilities plus all cable and wiring. One department directed the laying of the track along the entire stretch using a recently developed technique which consists of inserting rubber supports between the slab and the concrete ties.

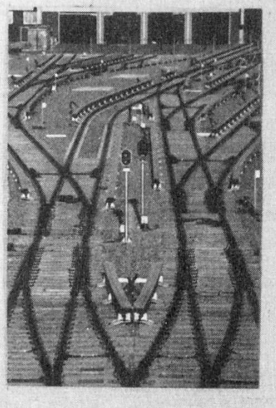
## BIBLIOGRAPHIE

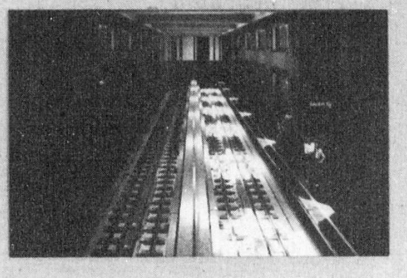
(1) R. TIXIER - A GARRIGUES "Une grande réalisation française à l'exportation - Le METRO de CARACAS"

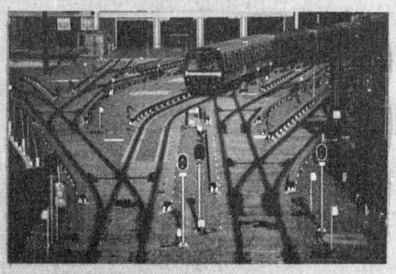
12ème congrès de l'AIPC, VANCOUVER (Septembre 1984)

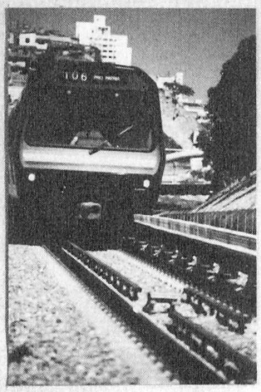
Ponts ferroviaires et de métros - Expérience Française.

# METROPOLITAN EXPRESS RAILWAY OF CARACAS









**Metro Manila Light Rail Transit System, Philippines**

**P. MATT**
Civil Eng.
Losinger Ltd., VSL International
Berne, Switzerland

The poster highlights some particular aspects of the design and construction of the elevated carriageway for the Metro Manila Light Rail Transit System. This public transportation system is located above the Rizal and Taft Streets which represent the main north-south traffic arterias. The total length of this structure is approx. 15 km and includes two end terminals, a central terminal, sixteen normal stations and a depot and maintenance area.

The finally adopted structural system was chosen based on a study comparing various options. In addition to a pure price comparison the following criterias had to be considered:

- Construction speed: a max. erection speed of one span/day was envisaged and subsequently achieved in practice.

- Quality and type of locally available labour, materials and equipment.

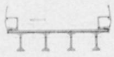
- Provisions against effects caused by stay currents (the railway system uses direct current).

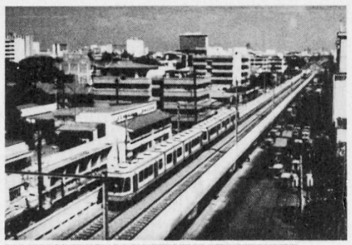
- Provisions against earthquake actions.

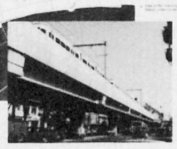
The actual construction work started late 1981 and is today practically finished. In practice the selected design has proven to be very feasible.

# METRO MANILA LIGHT RAIL TRANSIT SYSTEM, PHILLIPPINES

**metrorail** RIZAL-TAFT LINE

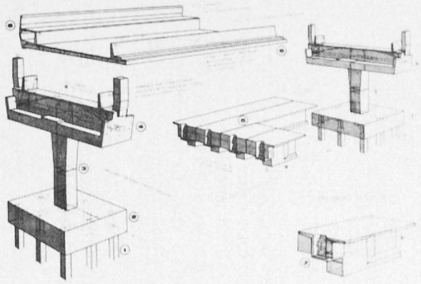






**metrorail** RIZAL-TAFT LINE

**metrorail** ISOMETRIC VIEW OF A TYPICAL CARRIAGEWAY SPAN



**Within the scope of the design of the Metro Project -Provisions against Stray Currents on Reinforcing and Prestressing Steel- and -Seismic Design Criteria for the Typical Elevated on Line Stations- were taken into consideration. The isometric drawing shows the suggested protective measures against stray currents.**

- Driven pretensioned PC.C. piles with dimensions 406 x 406 mm up to 30 m long. In some areas bored piles had to be used. Under each pier 9 piles at 1.50 m centers were used.
  Load per pile: vertical max. 130 tons / min. 4 tons (metric)
  horizontal 11 tons (metric)

  The piles were analyzed for various conditions. Due to earthquake and corresponding vertical loads the piles are rigidly fixed in the pile cap and actually supported by the soil.
- R.C. pile caps, R.C. columns and + P.T. copings were made in cast-in-situ concrete.
- Superstructure, each span consisting of four post-tensioned PC.C. girders with specially formed end-diaphragms for immediate sealing with -Thiokoll- and stressed together with one ● bar dia. 32 mm. The girder length is varying from 22 m to 27 m.
- The cast-in-situ R.C. deck slab, thickness varying between 170 and 190 mm, has been analyzed acting as a compression member longitudinally and as a load distribution member transversally.
- End block detail of the post-tensioned PC.C. girders showing the specially formed end-diaphragms.
- PC.C. parapets acting as an acoustic protection of the neighbourhood.

**Due to technical reasons and site conditions, structural design described above was clearly favoured to other solutions and proved to be the most economical solution.**

**Eisenbahnbrücken für hohe Geschwindigkeiten**

**Hans SIEBKE**
Prof. Dr.-Ing.
Deutsche Bundesbahn
Frankfurt, Bundesrepublik Deutschland

Die Poster: "Eisenbahnbrücken für hohe Geschwindigkeiten"

stellen vier Aspekte des Brückenbaukonzeptes der Deutschen Bundesbahn für die Neubaustrecken dar. Die Trassierungsparameter für eine Geschwindigkeit von 250 km/h machen zahlreiche Tunnel und Brücken nötig, um das Mittelgebirge zu durchqueren. Für die Brücken wurden Rahmenentwürfe aufgestellt, die Erfahrungen der Vergangenheit in die Gegenwart und Zukunft fortschreiben. Dabei waren einige Grundforderungen zu beachten.

- Die Brücken sind auf die besonderen Anforderungen einer Hochgeschwindigkeitsbahn hin zu konzipieren
- Durch wiederholte Anwendungen gleichartiger Bauelemente sind die Kosten zu senken
- Die Bauwerke sollen dauerhaft und unterhaltungsfreundlich sein
- Die Konstruktion soll sich den örtlichen Besonderheiten anpassen, um Uniformität zu vermeiden.

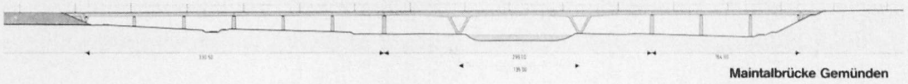
Die Erfüllung dieser Grundsätze soll an vier, in Ausführung begriffener, Brücken gezeigt werden.

Im Poster Nr. 1

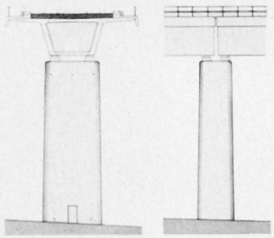
wird die Maintalbrücke Gemünden gezeigt. Es ist zur Zeit die weitgespannteste Spannbetonbrücke der Deutschen Bundesbahn. Es schließen sich über je drei Felder durchlaufende Balken an.

Die Querschnitte der Seitentragwerke und des Mitteltragwerkes sind Hohlkastenquerschnitte, die sich in den gleichen Grundabmessungen bei zahlreichen Brücken wiederholen. Das Mitteltragwerk ist mit den beiden V-Stützen über Betongelenke in die Fundamente eingespannt. Durch die Gelenke gehen keine Bewehrungseisen, so daß sie einmal Sollbruchstelle sein können, wenn die Brücke erneuert werden muß. Die Vorlandbrücken ruhen auf abgerundeten Pfeilern. Wie andere Pfeilerformen mit gleicher Funktionserfüllung gefunden werden können, zeigt die Modellaufnahme.

# EISENBAHNBRÜCKEN FÜR HOHE GESCHWINDIGKEITEN NO. 1



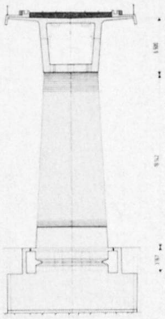
Maintalbrücke Gemünden



Pfeiler der Vorlandbrücke

Shore span pier

Pilier de l'avant-pont

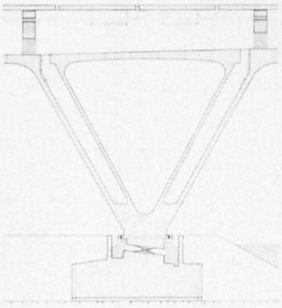


Überbau und Rahmengelenk

Auswechselbarkeit des Überbaues durch Trennung des unbewehrten Gelenkes möglich

Superstructure and hinged base frame

Superstructure et articulation du cadre



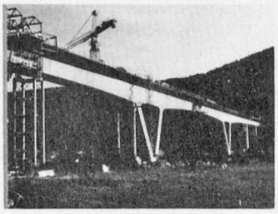
Strompfeiler

River pier

Pilier en mesure

Fläche Gelenkhals

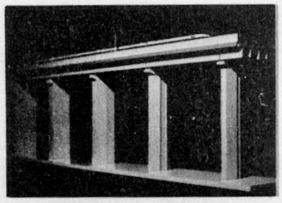
$F_G = 0.40 \times 6.60$ m



Strombrücke

River bridge

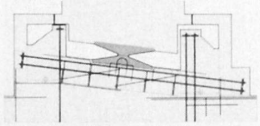
Pont au-dessus de la mérée



Modell zur Pfeilergestaltung

Model for pier design

Modèle pour la conception des piliers

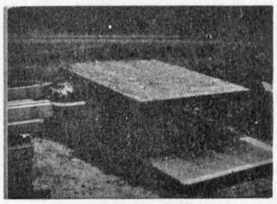


Gelenkkörper

Hinge body

Corps articulé

Kraftaufnahme $F_{max} = 121$ MN



Modell des Betongelenks

Model of concrete hinge

Modèle de l'articulation en béton

Probestück 2 m lang im Maßstab 1 : 1

## Weitgespannte Konstruktion

Large Span Structure
Construction à grande portée

**Eisenbahnbrücken für hohe Geschwindigkeiten**

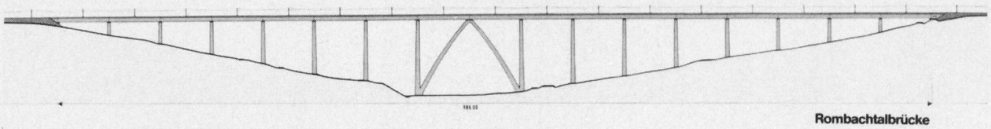
**Hans SIEBKE**
Prof. Dr.-Ing.
Deutsche Bundesbahn
Frankfurt, Bundesrepublik Deutschland

Im Poster Nr. 2

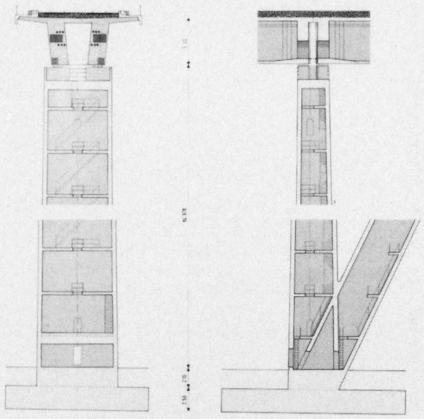
wird die Rombachtalbrücke, die höchste Brücke der Neubaustrecken gezeigt. Eisenbahnbrücken müssen einer etwa achtmal größeren Horizontalkraft als Autobahnbrücken widerstehen. Bei Straßenbrücken ist es höchst unwahrscheinlich, daß die gesamte Straßenverkehrslast bremst und im gleichen Augenblick zum Stillstand kommt, bei Eisenbahnbrücken ist jedoch damit zu rechnen. Bei hohen Talbrücken bereitet es Schwierigkeiten diese Kräfte in den Untergrund zu führen. Bei der Rombachtalbrücke wurde in der Mitte des Bauwerkes ein kräftiger Bock angeordnet, dem die Aufnahme der Horizontalkräfte, auch für den Laien erkennbar, zugemutet werden kann. Die rechts und links anschließenden Überbauten sind als Einfeldträger über Spannglieder angekoppelt, um Pfeiler und auch Wiederlager von Horizontalbeanspruchungen freizuhalten. Für alle Überbauten wurde eine einfache Erneuerungsmöglichkeit berücksichtigt.

Die Erfahrung der Deutschen Bundesbahn mit ihren Brücken lehrt, daß die Nutzungsdauer eine große Schwankungsbreite aufweist, welchen Mittelwert man in Abhängigkeit vom Baustoff oder Brückensystem auch vorhersagt: Es ist damit zu rechnen, daß einige Überbauten schon nach unerwartet kurzer Zeit ausgewechselt werden müssen, weil sie den Anforderungen nicht mehr genügen. Bei den ungewöhnlich zahlreichen Bauwerken der Neubaustrecken wächst die Wahrscheinlichkeit für eine Erneuerung. Die Leistungsfähigkeit einer Hochgeschwindigkeitseisenbahn wird aber durch Langsamfahrstellen empfindlich beeinträchtigt. Darum wurden die Überbauten so ausgebildet, daß sie in möglichst kurzer Zeit ausgewechselt werden können. Dies ist bei langen Talbrücken durch Aneinanderreihen von Einfeldträgern oder von Durchlaufträgern über wenige Felder möglich.

# EISENBAHNBRÜCKEN FÜR HOHE GESCHWINDIGKEITEN NO. 2

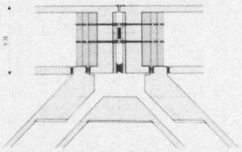


Rombachtalbrücke



Überbau und Pfeiler mit Bogenfußpunkt

Superstructure and piers with arch abutment
Superstructure et piller avec pied de l'arc



**Festhaltepunkt der Überbauten am Bogenscheitel**

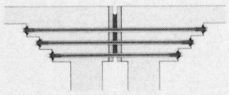
Die höheren Lasten gegenüber Straßenbrücken im Vergleich

Horizontalkräfte aus
- Bremsen / Anfahren 8 : 1
- Temperatur und Schwinden 4 : 1

Vertikalkräfte aus
- Eigengewicht und Verkehrslast 2 : 1

**Securing point for superstructure at arch crown**

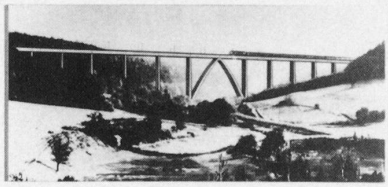
**Point de retenue des superstructures au sommet de l'arc**



**Koppelung an den Überbaustegenden durch Spannglieder**

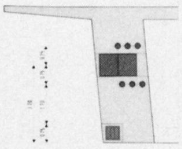
**Connection of superstructure end faces by prestressed tendons**

**Couplage aux extrémités de l'âme de la superstructure par des étiquets de précontrainte**



Bauwerk und Landschaft

Structure in the landscape
Construction et paysage

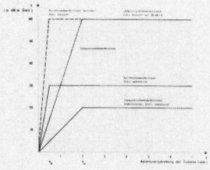


**Koppelungslager**

mit Horizontalkraft- und Führungslager

**Connecting bearings**

**Appuis de couplage**



**Verschiebewiderstände**

in Längsrichtung durch Anfahren / Bremsen und Temperatur

**Displacement resistances**

**Resistances au déplacement**

## Konstruktive Besonderheiten

Special Construction Aspects
Particularités constructives

**Eisenbahnbrücken für hohe Geschwindigkeiten**

**Hans SIEBKE**
Prof. Dr.-Ing.
Deutsche Bundesbahn
Frankfurt, Bundesrepublik Deutschland

Das Poster Nr. 3

zeigt am Beispiel der Rhumeflutbrücke die Standardisierung einzelner Konstruktionsteile und beschreibt die gegenseitige Entkopplung unterschiedlicher Funktionsträger einer Eisenbahnbrücke.

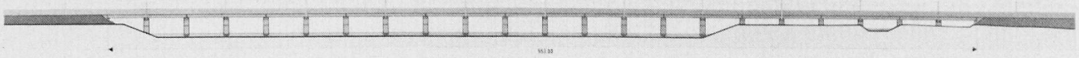
- Die Fahrbahn für die Hochgeschwindigkeitsbahn ist von dem eigentlichen Tragwerk getrennt. Sie besteht aus Schienen, Schwellen und Schotter, wie in den anschließenden Strecken auf dem Erdplanum oder im Tunnel. Sie bildet eine Einheit und kann unabhängig vom Brückenbauwerk nach technischen Anforderungen entwickelt werden.

- Unter der Fahrbahn ist eine Abdichtung vorgesehen, die das eigentliche Tragwerk in seiner ganzen Breite gegen Feuchtigkeit von oben abdichtet.

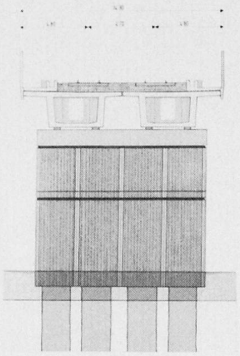
- Die Randkappen dienen als Absturzschutz für entgleiste Achsen; sie tragen den Kabelkanal für Signal- und Fernmeldeleitungen. Ein Ausrüstungsbalken ist vorgesehen für Oberleitungsmaste, Signale oder Fernsprecher, deren Anordnung im Laufe der Zeit wechseln kann und deren nachträgliche Befestigung in tragenden Teilen zu vermeiden ist. Der Randweg dient dem Personal und dem Aufstellen von Besichtigungs- und Unterhaltungsgeräten. Der Gesimsbalken kaschiert Bautoleranzen und trägt das Geländer oder die Schallschutzwand. Die gesamte Randkappe kann erneuert oder verändert werden, ohne das eigentliche Tragwerk in Mitleidenschaft zu ziehen.

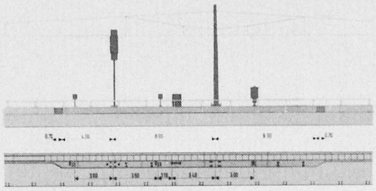
Gleichzeitig wird gezeigt, wie auch bei zwei einzelligen eingleisigen Überbauten, die bei geringen Pfeilerhöhen vorteilhaft sind, die Prinzipien der Rahmenentwürfe zu erfüllen sind.

# EISENBAHNBRÜCKEN FÜR HOHE GESCHWINDIGKEITEN NO. 3



Rhumeflutbrücke

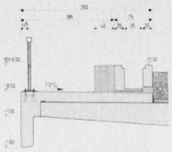




Ausrüstungsbalken

Equipment Mounting Beam

Poutre d'équipement

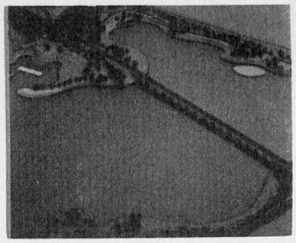


Randwegkappe

Brim Coping

Recouvrement de l'accotement

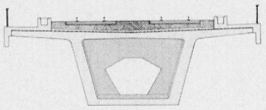
bestehend aus
Schotterfang
Kabelkanal
Ausrüstungsbalken
Randweg
Geländer / oder
Schallschutzwand



Modell der Rhumeflutbrücke

Model of Rhumeflut Bridge

Modèle du pont Rhumeflutbrücke



Überbau und Pfeiler

Superstructure and Piers

Trotz Standardisierung sind Anpassungen möglich durch
- 1-gleisigen oder 2-gleisigen Überbau in Abhängigkeit von der Stützweite
- Gestaltungsvarianten von Pfeiler und Schallschutzwänden

Austauschbarkeit am Ende der Nutzungsdauer gegeben

Superstructure et piliers

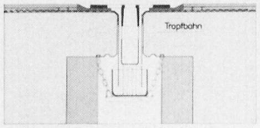
Entkoppelung unterschiedlicher Funktionsträger

Separation of Differing Functional Elements

Rücksichtnahme auf die unterschiedliche Nutzungsdauer der Bauwerkskomponenten
- Trennung von Fahrbahn und Konstruktion. Ununterbrochene Führung des Schotterbettes oder einer festen Fahrbahn
- Abdichtung mit Dichtungsbahnen zum Schutz der tragenden Konstruktion
- Aufnahme verschiedener Streckenausrüstungen in der Randkappe, die von der Konstruktion getrennt ist

Separation des différents éléments fonctionnels

Abdeckrost mit Anschlagrohr



Tropfbahn

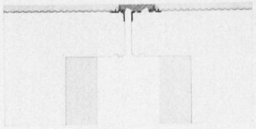
Offene Querfuge

Open Joint Transverse

Joint transversal ouvert

Dient gleichzeitig der Entwässerung Einläufe und Sammelleitungen im Oberbaubereich entfallen

Fugenband



Geschlossene Querfuge

Closed Joint Transverse

Joint transversal fermé

Einläufe und Sammelleitungen im Überbaubereich erforderlich

## Standardisierung der Konstruktion

Standardization of Structure
Standardisation de la construction

**Eisenbahnbrücken für hohe Geschwindigkeiten**

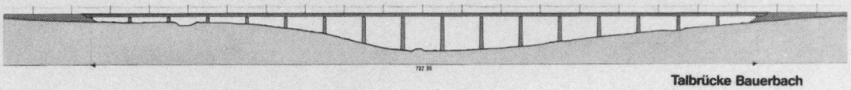
**Hans SIEBKE**
Prof. Dr.-Ing.
Deutsche Bundesbahn
Frankfurt, Bundesrepublik Deutschland

Auf dem Poster Nr. 4

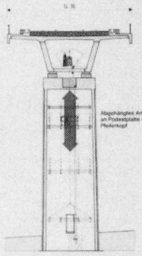
sind am Beispiel der Bauerbachtalbrücke die Einrichtungen zur Inspektion und Unterhaltung der Konstruktion herausgestellt. Die Hohlkästen bieten sich als Zugang zu den Lagern an; sie sind entsprechend ausgebildet. Die Wiederlager können mit dem Lkw erreicht werden. Ein Lager läßt sich auswechseln, ohne die Geschwindigkeit für die Bahn einzuschränken. Es wird ein Anheben von nur 3 - 5 mm benötigt. Auf den Pfeilerköpfen ist ausreichend Platz um das Auswechseln zu bewerkstelligen. Die Überbauten können mit Besichtigungswagen überwacht werden, die auf dem Randweg fahren. In den Stegen und Böden sind Durchbrüche vorgesehen um Gerüste für Unterhaltungsarbeiten zu befestigen. Die Pfeiler können innen über Leitern und Podeste oder wie außen mit Hilfe von Fahrkörben besichtigt werden.

Die Poster wollen die Besonderheiten von Eisenbahnbrücken für Hochgeschwindigkeiten zeigen, wie sie von der Deutschen Bundesbahn konzipiert werden. Die unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten geben trotz gleichbleibender Funktionserfüllung Raum für landschaftsgebundene Gestaltung. Es sind dauerhafte Bauwerke zu erwarten, die bei regelmäßiger Überwachung und Unterhaltung auf lange Zeit ihre Aufgabe wirtschaftlich erfüllen werden. Es wurden vier in Ausführung befindliche Spannbetonbrücken gezeigt. Rahmenentwürfe wurden auch für Stahl- und Stahlverbundbrücken aufgestellt. Sie sollen vorgestellt werden, wenn Beispiele hierfür ausgeführt werden.

# EISENBAHNBRÜCKEN FÜR HOHE GESCHWINDIGKEITEN NO. 4



Talbrücke Bauerbach



Abgehängtes Arbeitsgerüst an Podestplatte im Pfeilerkopf

Fahrkorb an Auswegerüstwagen max. 2 Personen

Zugang zu den Überbauenden, zur Auflagerbank und in den Pfeiler

Access to superstructure and faces, to bearing assembly and interior of pier

Accès aux extrémités de la superstructure, à l'assiee d'appui et à l'intérieur du pilier

Vertikal- und Längstransport

für Personen und Material

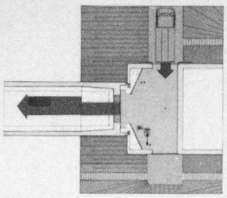
Vertical- and Longitudinal transportation

Transport vertical et longitudinal

Montageöffnungen in Steg und Bodenplatte

Assembly openings in web and bottom slab

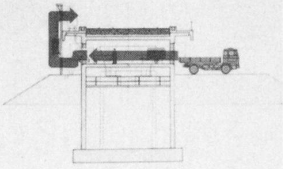
Ouverture de montage dans l'âme et la dalle



Zentrale Bauwerkserschließung am Widerlager

Central access to structure et abutment

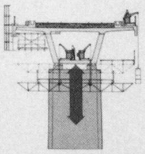
Accès central à la construction au niveau de la culée

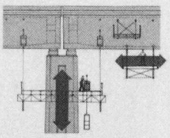


Material – Quertransport Zugang zum Randweg

Transversal transportation of materials Access to service way

Transport transversal du materiel Accès à la voie de service

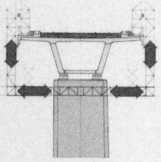




Arbeitsgerüste an den Überbauöffnungen ansetzbar

Working scaffolds attachable at superstructure openings

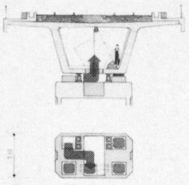
Echafaudages à fixer aux ouvertures de la superstructure



Besichtigungswagen fahrbar

Movable inspection car

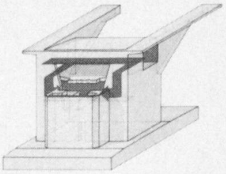
Chariot d'inspection mobile



Austausch der Pfeilerlager

Exchange of pier bearings

Echange des appuis de piliers



Podestplatte und Zugang zu den Lagern

Landing platform and access to the bearings

Plate-forme et accès aux appuis

## Inspektion und Unterhaltung der Konstruktion

Inspection and Maintenance of the Structure
Inspection et entretien de la construction

## Transit Guideways for the Toronto Region

**R.A. DORTON**
Manager
Str. Office, MTC
Toronto, ON, Canada

**H.N. GROUNI**
Sr. Res. Engr.
MTC, Toronto
Toronto, ON, Canada

The Government of Ontario embarked on a major rapid transit project late in 1982, with the following key considerations:

- Provide a transit service along the Lakeshore through downtown Toronto between populated regions at either end.
- Linkup local transit networks to the main inter urban line.
- Develop City Centers by connecting them through a rapid transit line.
- Promote a home-based transportation technology.

The proposed system will offer rapid transit service in an exclusive right-of-way to about four million inhabitants in the regions between Hamilton and Oshawa. The total length of the project is about 200 km.

The service capacity of the system will be about 25,000 passengers per hour per direction, provided by trains of up to five vehicles, travelling at average speeds of 70 kph at 2 minute headways, between stations that are spaced at about 3 km. The top speed of the trains will be 120 kph.

The system will be state-of-the-art in advancement, comprising vehicles that are light-weight, driverless, electrically powered and automated. They will be operated from a central command and communications complex, with on-board computers. The vehicles will be propelled by rotary electric motors powered from an over-head supply system. They will utilize steerable trucks to minimize wheel and rail wear and squeeling on curves. In order to accommodate a large number of commuters, the vehicles are envisaged to be long, in the order of forty meters. They are to be with single articulation to enable them to negotiate tighter curves.

New design criteria were written to ensure economical and safe designs. The criteria were based on Limit States philosophy and were modelled after the Ontario Highway Bridge Design Code. The consequences of failure in a transit guideway dictated a safety level higher than that generally assigned for highway bridges. Thus, risk analysis resulted in load factors that reflected failure probabilities in guideways that are in the order of one tenth of those expected from bridges. Load combinations were based on probabilities of such loads occurring simultaneously together at expected intensity levels. Hence, permanent, transient and exceptional loads were combined in a logical manner, leading to optimum designs, economically and structurally.

# TRANSIT GUIDEWAYS FOR THE TORONTO REGION

**GOVERNMENT OF ONTARIO - ADVANCED LIGHT RAIL TRANSIT (GO-ALRT) - SYSTEM DATA**

- NOMINAL CAPACITY: 25,000 PERSONS PER HOUR PER DIRECTION (PPHPD)
- VEHICLE CONFIGURATION: DUAL, 8-AXLE, 4 STEERABLE TRUCKS, 1 TO 5 VEHICLES/TRAIN
  36.0 M LONG X 2.8 M WIDE; 124 SEATS, 204 STANDING

| VEHICLE CAPACITY & WEIGHTS: | | EMPTY | SEATED | SERVICE | CRUSH |
|---|---|---|---|---|---|
| | PASSENGERS: | 0 | 124 | 166 | 328 |
| | WEIGHT (KN): | 555 | 604 | 670 | 780 |

- VEHICLE SPEEDS: MAX. = 120 KM/H, OPERATING = 70 KM/H
- ELECTRICAL POWER: SUPPLY (25 KV-AC), MOTOR (600 V-DC, 8/VEHICLE),
- TRAIN CONTROL: AUTOMATIC (NO OPERATOR)
- TRACKS (STD. GAUGE): 1435 MM/115# CONTINUOUSLY WELDED RAIL, DIRECT FIXATION ON SECOND POUR PLINTHS

**GUIDEWAY SELECTION CRITERIA**

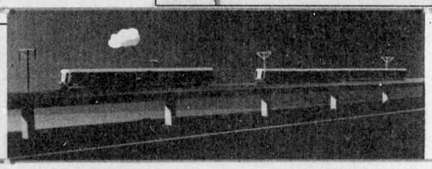
- ECONOMY IN CONSTRUCTION AND MAINTENANCE
- COMPETITION BETWEEN MATERIALS AND ERECTION METHODS
- AESTHETICS IN URBAN ENVIRONMENTS
- FLEXIBILITY IN APPLICATIONS: SINGLE OR DUAL TRACK; SIMPLE OR CONTINUOUS SPANS
- DURABILITY AND MAINTAINABILITY
- SIMPLE STRUCTURAL SOLUTIONS
- PROVEN SAFETY

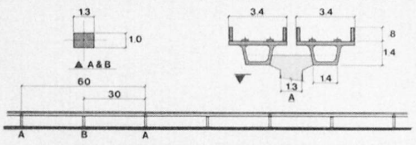
**GUIDEWAY DESIGN CRITERIA**

- LIMIT STATES PHILOSOPHY AS IN THE 1983 ONTARIO HIGHWAY BRIDGE DESIGN CODE
  - SERVICEABILITY: FATIGUE - $6 \times 10^6$ CYCLES AT 80% CRUSH LOAD
    VIBRATIONS - STRUCTURAL NATURAL FREQUENCY $\not< 3.0$ HZ
  - ULTIMATE: LOAD COMBINATIONS: PERMANENT + TRANSITORY + ONLY ONE MAXIMUM OF EXCEPTIONAL LOADS (DERAILMENT, BROKEN RAIL, EARTHQUAKE, COLLISION)
- CALIBRATION: SAFETY INDEX, $\beta = 4.0$ (BRIDGES; $\beta = 3.5$); VARIABLE LOAD FACTORS = FUNCTION OF LOAD INTENSITY, DURATION, VARIABILITY & PROBABILITY OF OCCURENCE IN COMBINATIONS
- SPAN LENGTH: LIMITED BY BROKEN RAIL PULL-APART GAP OF $\geq$ 60MM
- SAFETY: MULTI-LOAD PATH STRUCTURES; VEHICLE RETENTION (WALLS); LIMITED PULL-APART GAP

**PRESTRESSED CONCRETE TWIN BOX**

- PRECAST (OR CAST-IN-PLACE), POST-TENSIONED INTO TWO-SPAN UNITS
- SUPPORTED BY CONCEALED CROSS-HEADS
- SINGLE OR DUAL TRACK
- EASY MAINTENANCE
- PIERS: FIXED (TYPE-A) AND EXPANSION (TYPE-B)

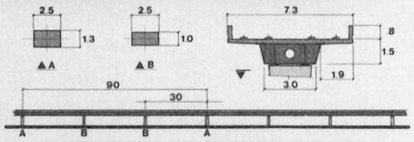


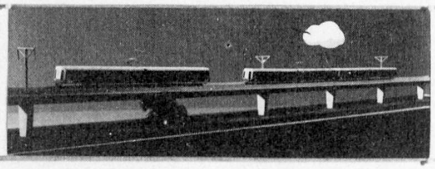



OPTION 'A'

**STRUCTURAL STEEL WELDED SINGLE BOX**

- STEEL TYPE: CSA-G40-21 M (GRADE 350)
- PREFABRICATED IN SINGLE OR MULTIPLE UNITS TWO OR THREE-SPAN UNITS
- SUPPORTED ON SINGLE RECTANGULAR COLUMNS
- PRECAST OR CAST-IN-PLACE DECK
- NO FALSEWORK NEEDED
- SINGLE OR DUAL TRACK
- FLEXIBLE SPAN-LENGTH
- EASY MAINTENANCE - NO EXPOSED BRACING
- PIERS: ONE FIXED (TYPE-A) AND EXPANSION (TYPE-B)

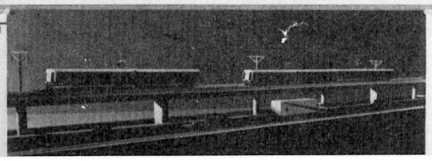


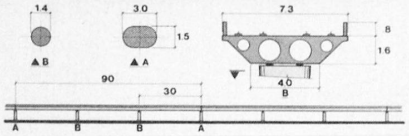



OPTION 'B'

**CAST-IN-PLACE CONCRETE VOIDED SLAB**

- FAST CAST-IN-PLACE POST-TENSIONED CONSTRUCTION
- SUPPORTED BY SINGLE ROUND INTERIOR COLUMNS
- EASY MAINTENANCE
- SINGLE OR DUAL-TRACK
- FLEXIBLE SPAN-LENGTHS
- THREE SPAN UNITS
- TANGENT OR CURVED ALIGNMENT
- PIERS: ONE OR TWO FIXED (TYPE-A) EXPANSION (TYPE-B)






OPTION 'C'

## Dunsmuir Tunnel Eastern Diversion, Vancouver ALRT

**Leslie R. HEWISON**
Senior Engineer,
Swan Wooster – Lea Joint Venture
Vancouver, BC, Canada

Vancouver's advanced light rapid transit system, in the central business district of the City, utilizes the old single-line CPR Dunsmuir Tunnel built in 1931. The inbound and outbound ALRT lines are stacked one above the other in the tunnel which required the lowering of the tunnel invert to achieve the necessary increase in height, as shown by "A" in the figure.

At the eastern end a re-alignment of the tunnel was required which resulted in an underground break-out section, "B", twin bored tunnels, "C", and a twin reinforced concrete box tunnel section, "D". The tunnel portal is located at Stadium Station, "E". Over the lengths of sections "B" and "C" the guideways move progressively from the stacked configuration of section "A" to the side-by-side arrangment of section "D". The maximum track gradient over this "roll-out" length is 5.08% along the lower (outbound) guideway.

The geological strata in the area consist of fill materials and dense glacial till overlying shale and sandstone of the Kitsilano Formation, together with occasional andesite dyke intrusions, as illustrated in the figure. At the start of the re-alignment the tunnel invert lies approximately 20 m below street level.

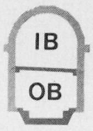
Dunsmuir Street is a main artery for vehicular traffic into the City and the use of underground excavation for "B" and "C" allowed the traffic to flow without disruption. The tunnel driving work employed an AEC 330 continuous miner tunnelling machine. Each advance of the excavated face was limited to a distance of 1m when a system of primary support was installed. This was to the design of Swan Wooster - Lea and comprised a nominal 50mm thickness of shotcrete followed by light steel ribs (W150 x 37) as shown in View "X". Demolition of the 600 mm thick concrete lining of the existing tunnel was by controlled blasting. For each driven tunnel the diameter of excavation was nominally 5.8 m, and the internal diameter of the final lining is 4.8 m. Careful survey monitoring during construction indicated that settlement of the ground surface was within acceptable limits.

Over the length "D" the concrete box tunnels were built in open cut excavation. The construction here also included a pedestrian subway under Beatty Street where a temporary bridge structure was used to carry two lanes of road traffic and to support some major utility duct banks. The open cut excavation was supported by a system of shotcrete and ground anchors. View "Y" shows the end of the open cut and the start of the driven tunnels.

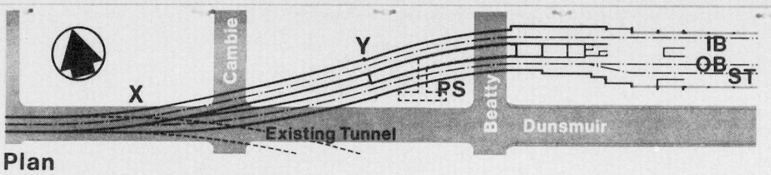
In the design of the driven tunnel lining both traditional hand methods and finite element techniques were used. Full overburden loading was adopted for the design of both the primary support system and the final lining. Allowances were made for the effects of future building development on both the driven and box tunnels.

The design and construction supervision of this work was by a joint venture of consulting engineers Swan Wooster Engineering Co. Ltd. and N.D. Lea and Associates. Geotechnical advisors were EBA Engineering Consultants Ltd. All firms are located in Vancouver, B.C.

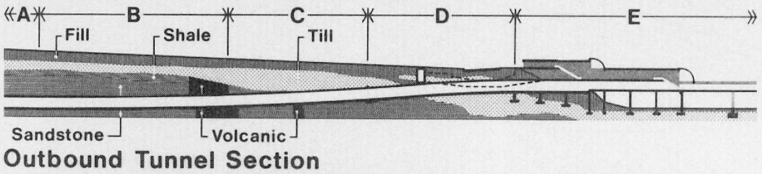
# DUNSMUIR TUNNEL EASTERN DIVERSION, VANCOUVER A.L.R.T.



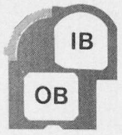

A. Existing Tunnel



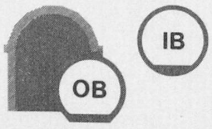

Plan



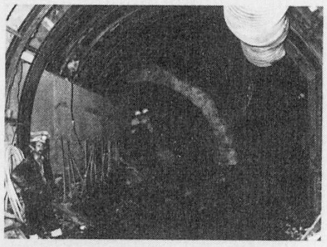

Outbound Tunnel Section



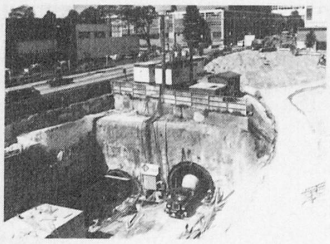

B. Tunnel Modifications



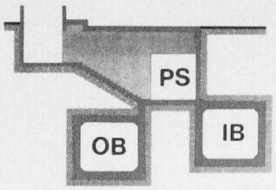

C. Driven Tunnels



View X

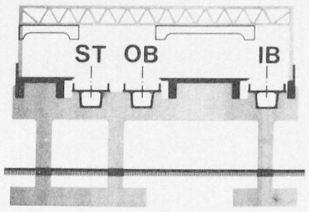


View Y




D. Box Tunnels

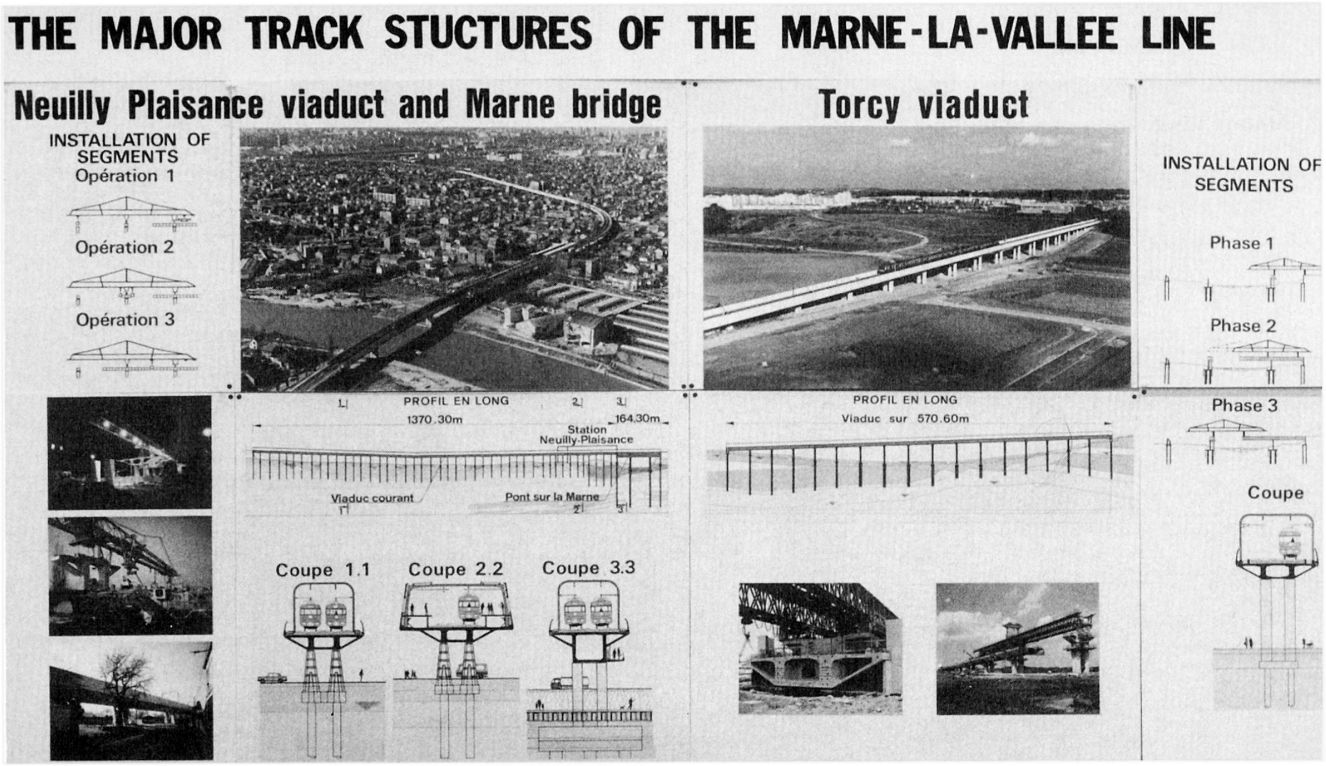
LEGEND
OB : Outbound Track
IB : Inbound Track
ST : Storage Track
PS : Pedestrian Subway




E. Stadium Station

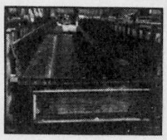
**J. COLNAT**
RATP-Direction des Travaux Neufs, Paris, France



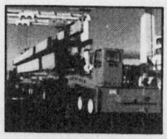


**W. TAYLOR**
ABAM Engineers, Vancouver, BC, Canada

# THE VANCOUVER A.L.R.T.

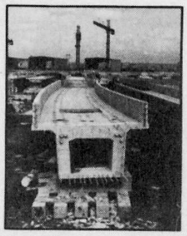


Adjustable Beam Forms/ Vertical & Horizontal Curves And Superelevation

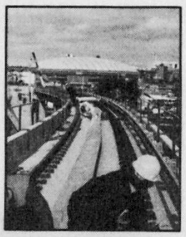


Street & Bridge Loadings From 100 Tonne Beams Satisfied By Custom-Made Transporters

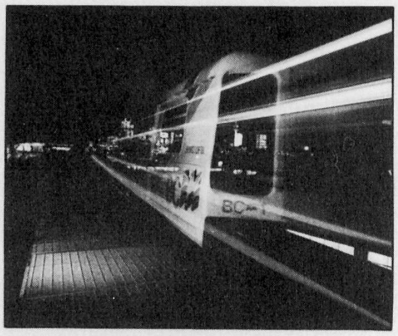
Beams Erected At The Rate Of Six Per Day



Storage For 450 Beams Precedes Site Construction



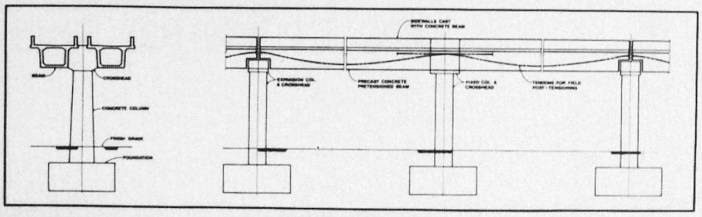
Accuracy In Beam Fabrication Permits Meeting Tight System Tolerances

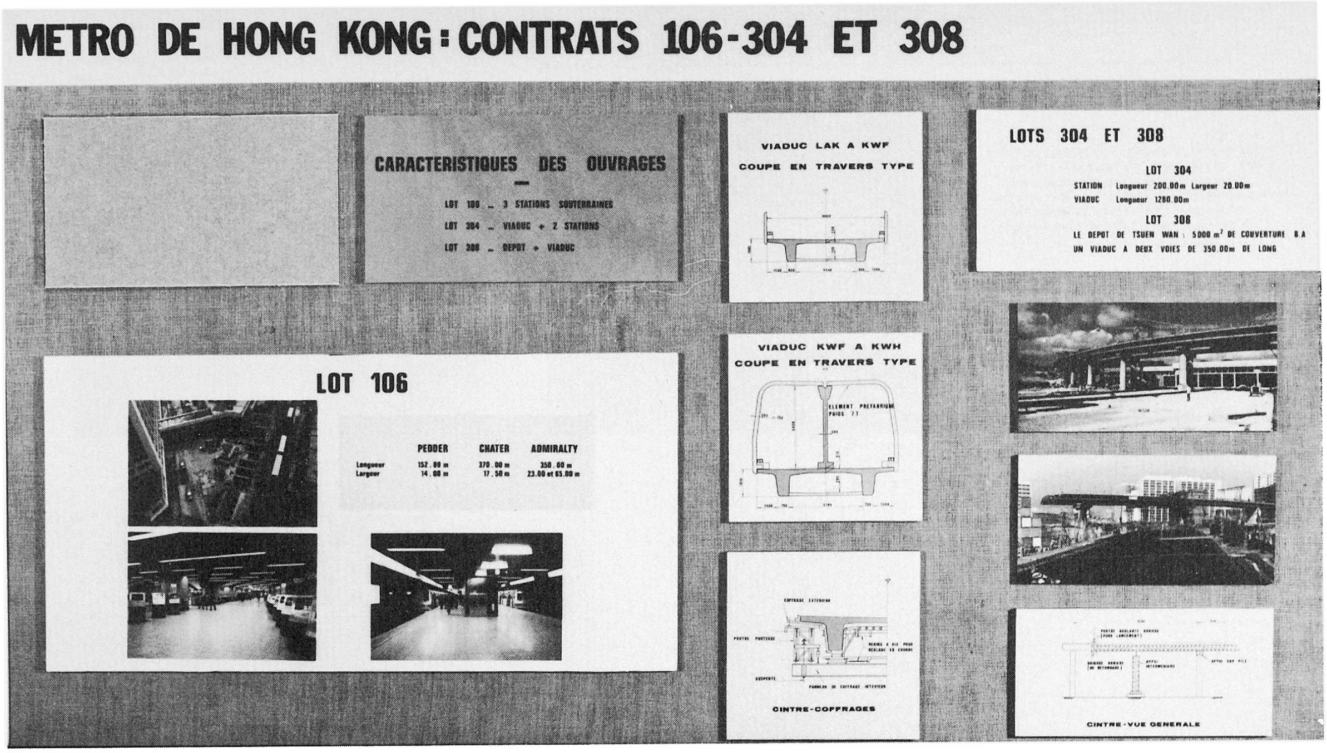


Aesthetic Design Is Important To This Transit System

## B.C. TRANSIT
OWNER

The Advanced Light Rapid Transit (ALRT) features a close-toleranced, elevated, precast, prestressed, concrete system. A demonstration section constructed (1.1 km.) during 1983 illustrated its capabilities. Currently, the 21.3 km. dual-lane system is nearly 80% complete. The ALRT system will be finished for EXPO '86.




Typical Two-Span Structure

**M. PLACIDI**
Dragages et Travaux Publics, Puteaux, France